

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Mai 2004 (27.05.2004)

PCT

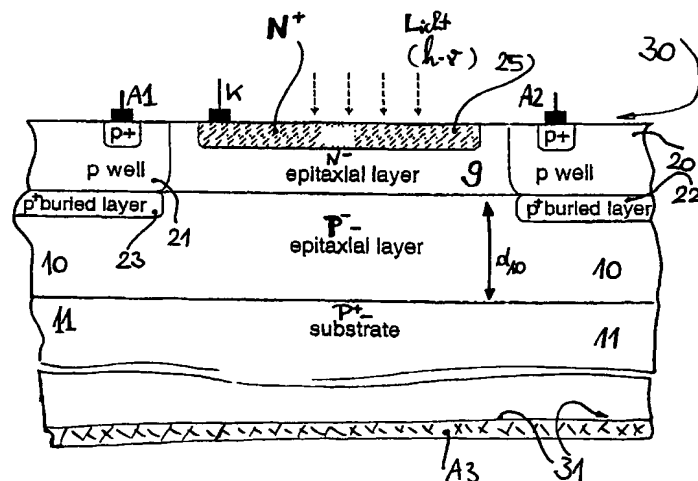
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/044994 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 31/105, 31/0352, 31/0224
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003739
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. November 2003 (12.11.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 52 878.0 12. November 2002 (12.11.2002) DE
- (61) Zusatzanmeldung zu früherer Anmeldung oder früherem Patent:
DE Nicht mitgeteilt (POA)
Angemeldet am 12. November 2003 (12.11.2003)
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): X-FAB SEMICONDUCTOR FOUNDRIES AG [DE/DE]; Haarbergstrasse 67, 99097 Erfurt (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): EINBRODT, Wolfgang [DE/DE]; Hermann-Brill-Strasse 89, 99099 Erfurt (DE). ZIMMERMANN, Horst [DE/AT]; Poststrasse 12, A-3032 Eichgraben (AT). FOERTSCH, Michael [AT/AT]; Linzerstrasse 192/1/7, A-1140 Wien (AT).
- (74) Anwälte: LEONHARD, Reimund usw.; Leonhard Olge-moeller Fricke, Postfach 10 09 62, 80083 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MONOLITHICALLY INTEGRATED VERTICAL PIN PHOTODIODE USED IN BICMOS TECHNOLOGY

(54) Bezeichnung: MONOLITHISCH INTEGRIERTE VERTIKALE PIN-FOTODIODE IN BICMOS-TECHNOLOGIE



(57) Abstract: The invention relates to a monolithically integrated vertical pin photodiode which is produced according to BiCMOS technology and comprises a planar surface (30) facing the light ($h\nu$) and a rear face (31), and anode connections (A1, A2) located across p areas (20, 21) on a top face of the photodiode. An i zone of the pin photodiode is formed by combining a low doped first p⁻ epitaxial layer (10, d_{10}) which has a maximum thickness of essentially 15 μm and a doping concentration of less than $5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ and is placed on a particularly high doped p substrate (10), with a low doped second n⁻ epitaxial layer (9) that borders the first layer (10) and has a doping concentration ranging substantially between 10^{14} cm^{-3} and 10^{15} cm^{-3} , an n⁺ cathode (K) of the pin photodiode being integrated into said second layer (9). p areas (20, 21) delimit the second n epitaxial layer (9) in a latent direction while another anode-connecting area (A3) of the pin diode is provided on the rear face (31) in addition to the anode connections (A1, A2).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts:

7. April 2005

(15) Informationen zur Berichtigung:**Frühere Berichtigung:**

siehe PCT Gazette Nr. 30/2004 vom 22. Juli 2004, Section II

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine monolithisch integrierte vertikale pin-Fotodiode, hergestellt in BiCMOS-Technologie, mit einer planaren, zum Licht (hv) gewandten Oberfläche (30) und einer Rückseite (31) und mit Anodenanschlüssen (A1, A2) über p-Gebiete (20, 21) auf einer Oberseite der Fotodiode wobei eine i-Zone der pin-Fotodiode gebildet wird durch Kombination einer niedrig dotierten, bis maximal im wesentlichen 15µm dicken ersten p'-Epitaxieschicht (10, d₁₀) mit einer Dotierungskonzentration unter 5*10¹⁴ cm⁻³, die sich auf einem - insbesondere hoch-dotierten - p-Substrat (10) befindet, mit einer an die erste Schicht (10) angrenzenden, niedrig dotierten zweiten n'-Epitaxieschicht (9) mit einer Dotierung in einem Bereich von im wesentlichen 10¹⁴ cm⁻³ bis 10¹⁵ cm⁻³, in welche zweite Schicht (9) eine n⁺-Kathode (K) der pin-Fotodiode eingebracht ist und wobei in einer lateralen Richtung p-Gebiete (20, 21) die zweite n-Epitaxieschicht (9) begrenzen und zusätzlich zu den Anodenanschlüssen (A1, A2) ein weiterer Anodenanschlussbereich (A3) der pin-Diode auf der Rückseite (31) vorhanden ist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 03/03739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L31/105 H01L31/0352 H01L31/0224

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KYOMASU M: "DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED HIGH SPEED SILICON PIN PHOTODIODE SENSOR" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 42, no. 6, 1 June 1995 (1995-06-01), pages 1093-1099, XP000517156 ISSN: 0018-9383 page 1093 - page 1095; figures 1,2	1,4,5, 7-9,11, 12, 14-17, 20-22,24
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 10, 31 October 1997 (1997-10-31) & JP 09 148617 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 6 June 1997 (1997-06-06) abstract ----- -/-	1,2, 8-12,15, 16,18,22

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 February 2005

Date of mailing of the international search report

16/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Visentin, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03739

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>ZIMMERMANN H ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Monolithic bipolar-, CMOS-, and BiCMOS-receiver OEICs"</p> <p>1996 INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR CONFERENCE. SINAI, ROMANIA, OCT. 9 - 12, 1996, INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR CONFERENCE, NEW YORK, IEEE, US, vol. VOL. 2 CONF. 19, 9 October 1996 (1996-10-09), pages 31-40, XP010200521</p> <p>ISBN: 0-7803-3223-7</p> <p>the whole document</p>	<p>1,4,5, 7-9,11, 12, 14-17, 20-22,24</p>
A	<p>HOHENBILD M ET AL: "Advanced photodiodes and circuits for OPTO-ASICs"</p> <p>2001 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRON DEVICES FOR MICROWAVE AND OPTOELECTRONIC APPLICATIONS. EDMO 2001 15-16 NOV. 2001, VIENNA, AUSTRIA, 15 November 2001 (2001-11-15), pages 255-260, XP010570429</p> <p>the whole document</p>	<p>1,4,11, 12, 14-16, 20-22,24</p>
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN</p> <p>vol. 012, no. 447 (E-685), 24 November 1988 (1988-11-24) & JP 63 174358 A (HITACHI LTD), 18 July 1988 (1988-07-18) abstract</p>	<p>1,12,16, 22</p>
A	<p>US 4 616 247 A (CHANG ET AL) 7 October 1986 (1986-10-07)</p> <p>the whole document</p>	<p>1,5, 10-12, 15,16, 21,22</p>
P,X	<p>FORTSCH M ET AL: "220 MHz optical receiver with large-area integrated PIN photodiode"</p> <p>PROCEEDINGS OF IEEE SENSORS 2003. 2ND. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSORS. TORONTO, CANADA, OCT. 22 - 24, 2003, IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSORS, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 2 OF 2. CONF. 2, 22 October 2003 (2003-10-22), pages 1012-1015 Vol 2, XP010691061</p> <p>ISBN: 0-7803-8133-5</p> <p>the whole document</p>	<p>1,2,4-6, 8-12,14, 16,18, 20-22,24</p>

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03739

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	<p>FORTSCH M ET AL: "Integrated PIN photodiodes in high-performance BiCMOS technology"</p> <p>INTERNATIONAL ELECTRON DEVICES MEETING 2002. IEDM. TECHNICAL DIGEST. SAN FRANCISCO, CA, DEC. 8 - 11, 2002, NEW YORK, NY : IEEE, US, 8 December 2002 (2002-12-08), pages 801-804, XP010626161</p> <p>ISBN: 0-7803-7462-2</p> <p>the whole document</p> <p>-----</p>	<p>1,2,4-6, 8-12,14, 16,18, 20-22,24</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03739

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 09148617	A	06-06-1997	JP 3208307 B2	10-09-2001
JP 63174358	A	18-07-1988	NONE	
US 4616247	A	07-10-1986	CA 1233549 A1	01-03-1988
			EP 0142316 A2	22-05-1985
			EP 0163720 A1	11-12-1985
			JP 61500396 T	06-03-1986
			WO 8502296 A1	23-05-1985

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03739

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01L31/105 H01L31/0352 H01L31/0224

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	KYOMASU M: "DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED HIGH SPEED SILICON PIN PHOTODIODE SENSOR" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 42, Nr. 6, 1. Juni 1995 (1995-06-01), Seiten 1093-1099, XP000517156 ISSN: 0018-9383 Seite 1093 - Seite 1095; Abbildungen 1,2	1,4,5, 7-9,11, 12, 14-17, 20-22,24
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 10, 31. Oktober 1997 (1997-10-31) & JP 09 148617 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 6. Juni 1997 (1997-06-06) Zusammenfassung	1,2, 8-12,15, 16,18,22
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/02/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Visentin, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>ZIMMERMANN H ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Monolithic bipolar-, CMOS-, and BiCMOS-receiver OEICs"</p> <p>1996 INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR CONFERENCE. SINAIA, ROMANIA, OCT. 9 - 12, 1996, INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR CONFERENCE, NEW YORK, IEEE, US, Bd. VOL. 2 CONF. 19, 9. Oktober 1996 (1996-10-09), Seiten 31-40, XP010200521 ISBN: 0-7803-3223-7 das ganze Dokument</p>	1,4,5, 7-9,11, 12, 14-17, 20-22,24
A	<p>HOHENBILD M ET AL: "Advanced photodiodes and circuits for OPTO-ASICs"</p> <p>2001 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRON DEVICES FOR MICROWAVE AND OPTOELECTRONIC APPLICATIONS. EDMO 2001 15-16 NOV. 2001, VIENNA, AUSTRIA, 15. November 2001 (2001-11-15), Seiten 255-260, XP010570429 das ganze Dokument</p>	1,4,11, 12, 14-16, 20-22,24
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 012, Nr. 447 (E-685), 24. November 1988 (1988-11-24) & JP 63 174358 A (HITACHI LTD), 18. Juli 1988 (1988-07-18) Zusammenfassung</p>	1,12,16, 22
A	<p>US 4 616 247 A (CHANG ET AL) 7. Oktober 1986 (1986-10-07)</p> <p>das. ganze Dokument</p>	1,5, 10-12, 15,16, 21,22
P,X	<p>FORTSCH M ET AL: "220 MHz optical receiver with large-area integrated PIN photodiode"</p> <p>PROCEEDINGS OF IEEE SENSORS 2003. 2ND. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSORS. TORONTO, CANADA, OCT. 22 - 24, 2003, IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSORS, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 2 OF 2. CONF. 2, 22. Oktober 2003 (2003-10-22), Seiten 1012-1015Vol12, XP010691061 ISBN: 0-7803-8133-5 das ganze Dokument</p>	1,2,4-6, 8-12,14, 16,18, 20-22,24

-/--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03739

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	<p>FORTSCH M ET AL: "Integrated PIN photodiodes in high-performance BiCMOS technology"</p> <p>INTERNATIONAL ELECTRON DEVICES MEETING 2002. IEDM. TECHNICAL DIGEST. SAN FRANCISCO, CA, DEC. 8 - 11, 2002, NEW YORK, NY : IEEE, US,</p> <p>8. Dezember 2002 (2002-12-08), Seiten 801-804, XP010626161</p> <p>ISBN: 0-7803-7462-2</p> <p>das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	<p>1,2,4-6, 8-12,14, 16,18, 20-22,24</p>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03739

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 09148617	A	06-06-1997	JP 3208307 B2	10-09-2001
JP 63174358	A	18-07-1988	KEINE	
US 4616247	A	07-10-1986	CA 1233549 A1	01-03-1988
			EP 0142316 A2	22-05-1985
			EP 0163720 A1	11-12-1985
			JP 61500396 T	06-03-1986
			WO 8502296 A1	23-05-1985